

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Tae-Sik KANG

Application No.: New

Group Art Unit: New

Filed: January 23, 2004

Examiner: New

For: AIR BEARING SLIDER FOR DISK DRIVE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2003-7755

Filed: February 7, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:



Michael D. Stein  
Registration No. 37,240

Date: January 23, 2004

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0007755  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 02월 07일  
Date of Application FEB 07, 2003

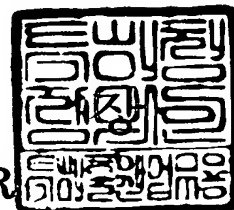
출 원 인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      02      월      20      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2003.02.07
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더
【발명의 영문명칭】	Air bearing slider for disc drive
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강태식
【성명의 영문표기】	KANG, Tae Sik
【주민등록번호】	680116-1951119
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 50 극동아파트 101동 604호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 14 면 14,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 12 항 493,000 원

【합계】 536,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

디스크의 표면으로부터 부상하여 읽기/쓰기 헤드를 디스크 상의 원하는 위치로 이동시키는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더가 개시된다. 개시된 공기 베어링 슬라이더는, 디스크 대향면을 가진 슬라이더 몸체와, 디스크 대향면에 상기 몸체의 후단부를 향해 열린 U 형상으로 돌출 형성된 제1 레일베이스와, 제1 레일베이스 상에 돌출 형성되며, 제1 레일베이스의 선단부로부터 이격되고 공기의 유입 방향과 직각을 이루는 제1 방향으로 길게 연장된 크로스 레일과 크로스 레일의 양단으로부터 공기의 유입 방향과 평행한 제2 방향으로 길게 연장된 한 쌍의 사이드 레일을 포함하는 제1 양압 형성 레일부와, 제1 레일베이스에 의해 한정되는 부압 공동부와, 몸체의 후단부에 인접하여 디스크 대향면으로부터 돌출 형성된 제2 레일베이스와, 제2 레일베이스 상에 돌출 형성된 제2 양압 형성 레일부와, 한 쌍의 사이드 레일 각각에 형성되며 부압 공동부와는 이격되고 사이드 레일의 바깥쪽으로 열린 부압 형성 포켓을 구비한다. 상기 부압 형성 포켓의 바닥면은 제1 레일베이스의 상면과 같은 높이로 형성된다. 이와 같은 구성에 의하면, 고도가 높아지더라도 슬라이더의 부상고 저하가 방지되어 헤드의 수명이 연장되고 디스크 드라이브의 신뢰성이 향상된다.

## 【대표도】

도 7b

**【명세서】****【발명의 명칭】**

디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더{Air bearing slider for disc drive}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 일반적인 하드 디스크 드라이브의 일부를 도시한 사시도이다.

도 2는 종래의 TF형 공기 베어링 슬라이더의 기본 구조를 보여주는 사시도이다.

도 3은 종래의 NP형 공기 베어링 슬라이더의 기본 구조를 보여주는 사시도이다.

도 4는 디스크의 회전시 NP형 공기 베어링 슬라이더에 작용하는 힘들을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 종래의 NP형 공기 베어링 슬라이더의 구체적인 일례를 보여주는 평면도이다

도 6a 및 도 6b는 종래의 공기 베어링 슬라이더의 문제점을 설명하기 위한 도면들로서, 도 6a는 해발 고도가 0m인 곳에서의 슬라이더의 부상고를 보여주는 도면이고, 도 6b는 해발 고도가 대략 3,000m인 곳에서의 슬라이더의 부상고를 보여주는 도면이다.

도 7a와 도 7b는 각각 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더를 보여주는 평면도와 사시도이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더를 보여주는 평면도이다.

도 9는 본 발명의 제3 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더를 보여주는 평면도이다

도 10a는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 양압의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 10b는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 부압의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 11a는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 양압의 합력이 작용하는 위치의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 11b는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 부압의 합력이 작용하는 위치의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 12는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 슬라이더의 부상고 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

도 13a 및 도 13b는 해발 고도가 0m인 곳에서의 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 2차원 및 3차원 압력 분포를 각각 보여주는 도면이다.

도 14a 및 도 14b는 해발 고도가 대략 3,000m인 곳에서의 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 2차원 및 3차원 압력 분포를 각각 보여주는 도면이다.

#### <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

100,200,300...공기 베어링 슬라이더

110...슬라이더 몸체

112...디스크 대향면

120...제1 레일베이스

130...제2 레일베이스

140...부압 공동부

150...제1 양압 형성 레일부

151...크로스 레일

152...사이드 레일

160...제2 양압 형성 레일부

170...읽기/쓰기 헤드

180,280...부압 형성 포켓

182,282...개구부

284...홈

390...제3 양압 형성 레일부

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<26> 본 발명은 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고도(altitude)에 따른 부상고(flying height)의 저하를 최소화할 수 있는 구조를 가진 공기 베어링 슬라이더에 관한 것이다.

<27> 디스크 드라이브, 예컨대 하드 디스크 드라이브(HDD; Hard Disk Drive)는 컴퓨터의 보조기억장치들 중의 하나로서, 읽기/쓰기 헤드(read/write head)에 의해 디스크에 저장된 데이터를 재생하거나, 디스크에 데이터를 기록하는 장치이다.

<28> 도 1은 일반적인 하드 디스크 드라이브의 일부를 도시한 사시도이다.

<29> 도 1을 참조하면, 하드 디스크 드라이브는 데이터의 기록을 위한 기록매체인 자기 디스크(하드 디스크)(10)와, 디스크(10)를 회전시키는 스피들 모터(20)와, 디스크(10)에 데이터를 기록하거나 디스크(10)에 기록된 데이터를 재생하기 위한 읽기/쓰기 헤드(31)와, 상기 헤드(31)를 디스크(10) 상의 소정 위치로 이동시키는 액츄에이터(30)를 구비하고 있다.

<30> 상기 액츄에이터(30)는 보이스 코일 모터(미도시)에 회전하는 액츄에이터 아암(36)과, 상기 헤드(31)가 탑재된 공기 베어링 슬라이더(air bearing slider, 32)와, 액츄에



이터 아암(36)의 일단부에 설치되어 슬라이더(32)를 디스크(10)의 표면쪽으로 탄성바이어스되게 지지하는 서스펜션(34)을 구비한다. 상기 헤드(31)가 장착된 슬라이더(32)는 회전하는 디스크(10) 상에 소정 높이로 부상하여 상기 헤드(31)와 디스크(10) 사이에 소정 간격이 유지되도록 하는 기능을 수행한다.

<31> 디스크(10)의 회전이 정지된 상태에서, 상기 슬라이더(32)는 서스펜션(34)의 탄성력에 의해 디스크(10)의 내주측에 마련된 랜딩존(landing zone, 11)의 표면에 안착되어 있다. 그러나, 디스크(10)가 회전하기 시작하면, 공기의 흐름에 의해 발생된 부양력이 슬라이더(32)의 저면, 즉 공기 베어링 면(air bearing surface)에 작용하게 되어 슬라이더(32)는 부상하게 된다. 이 때, 상기 슬라이더(32)는 디스크(10)의 회전에 의한 부양력과 서스펜션(34)에 의한 탄성력이 평형을 이루는 높이까지 부상하게 된다. 이와 같이 부상된 상태의 슬라이더(32)는 액츄에이터 아암(36)의 회전에 따라 디스크(10)의 데이터존(12)으로 이동하게 되며, 슬라이더(32)에 탑재된 헤드(31)는 회전하는 디스크(10)와 일정한 간격을 유지하며 디스크(10)에 데이터를 기록 및 재생하게 된다.

<32> 상기한 바와 같은 공기 베어링 슬라이더는 다양한 구조를 가지고 있으며, 그 일례로서 종래의 TF형 공기 베어링 슬라이더의 기본 구조가 도 2에 도시되어 있다.

<33> 도 2를 참조하면, TF(Taper Flat)형 공기 베어링 슬라이더(40)는 얇은 육면체의 몸체(42)를 가진다. 상기 몸체(42)의 일측 표면, 즉 디스크 대향면에는 몸체(42)의 길이 방향으로 연장된 두 개의 레일(44)이 소정 높이로 형성되어 있다. 그리고, 두 개의 레일(44) 각각의 선단부에는 경사면(46)이 형성되어 있다. 이러한 구조에 있어서, 디스크의 회전에 의해 공기의 흐름이 화살표 A방향으로 형성되면, 상기 경사면(46)에서 공기가 압축되어 두 개의 레일(44) 각각의 표면에 양압(positive pressure)이 작용하게 된다. 이

양압에 의해 슬라이더(40)를 디스크의 표면으로부터 밀어올리는 부양력(lifting force)이 발생하는 것이다.

<34> 그런데, 상기한 TF형 공기 베어링 슬라이더(40)에 있어서는, 디스크의 rpm이 높아질수록 부양력이 점차 증가하게 되고, 이에 따라 부상고(flying height)가 계속해서 높아지게 되는 문제점이 있다. 이 때, 디스크의 rpm과 부상고는 거의 선형적으로 비례하게 된다.

<35> 따라서, 최근에는 양압과 함께 슬라이더를 디스크의 표면쪽으로 끌어당기는 부압(negative pressure)도 동시에 발생시켜 부상고가 일정하게 유지되도록 하는 NP형 공기 베어링 슬라이더의 채용이 늘어나고 있으며, 도 3에는 종래의 NP형 공기 베어링 슬라이더의 기본 구조가 도시되어 있다.

<36> 도 3을 참조하면, NP(Negative pressure, 부압)형 공기 베어링 슬라이더(50)의 몸체(52)의 일측 표면, 즉 디스크 대향면에는 몸체(52)의 길이 방향으로 연장된 두 개의 레일(54)이 형성되어 있고, 두 개의 레일(54) 사이에는 몸체(52)의 폭 방향으로 연장된 크로스 레일(58)이 형성되어 있다. 그리고, 두 개의 레일(54) 각각의 선단부에는 경사면(56)이 형성되어 있으며, 크로스 레일(58)은 두 개의 레일(54)과 같은 높이로 형성된다. 이러한 구조에 있어서, 디스크의 회전에 의해 공기의 흐름이 화살표 A방향으로 형성되면, 두 개의 레일(54)은 몸체(52)의 양측에 양압을 생성시키고, 크로스 레일(58)은 몸체(52)의 중심부에 부압 공동부(negative pressure cavity, 59)를 생성시킨다. 디스크의 회전 초기에는 양압이 부압에 비해 높게 형성되어 슬라이더(50)는 부상하게 되고, 디스크의 회전 속도가 빨라지게 되면 부압이 점차 증가하게 된다. 디스크의 회전

속도가 정격 rpm에 이르게 되면, 양압과 부압이 균형을 이루어 슬라이더(50)는 더 이상 부상하지 않고 일정한 부상고를 유지하게 되는 것이다.

- <37>        상기한 바와 같은 NP형 공기 베어링 슬라이더에 작용하는 힘들을 도 4를 참조하며 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- <38>        도 4에 도시된 바와 같이, 디스크(10)가 화살표 D 방향으로 회전하면 디스크(10)와 슬라이더(60)의 디스크 대향면, 즉 공기 베어링 면 사이에는 화살표 A방향의 공기 흐름이 형성된다. 이와 같은 공기 흐름에 의해 슬라이더(60)의 저면에 돌출 형성된 레일(64)의 표면, 즉 공기 베어링 면에는 양압이 형성되고, 이로 인해 슬라이더(60)를 밀어 올리는 부양력( $F_1$ ,  $F_2$ )이 발생하게 된다. 반면에, 슬라이더(60)의 부압 공동부(69)에는 부압(negative pressure 또는 sub-ambient pressure)이 형성되어 슬라이더(60)를 디스크(10)쪽으로 끌어 당기는 힘( $F_3$ )이 발생하게 된다. 한편, 슬라이더(60)에는 서스펜션에 의한 그램 하중(gram load,  $F_4$ )이 작용하고 있다. 따라서, 슬라이더(60)는 상기한 양압 및 부압에 의해 발생하는 힘( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ )들과 그램 하중( $F_4$ )이 평형을 이루는 높이에서 유지된다. 한편, 부압이 커지게 되면 상기 평형을 이루기 위해 양압도 커져야 하며, 상기 평형을 이루는 조건에서 양압과 부압이 함께 커지게 되면 슬라이더의 공기 베어링 강성(air bearing stiffness)이 커지게 되어 동적 안정성(dynamic stability)이 높아지게 된다.

- <39>        도 5에는 종래의 NP형 공기 베어링 슬라이더의 구체적인 일례가 도시되어 있으며, 이 공기 베어링 슬라이더는 미국특허 US 5,309,303호에 개시된 것이다.

- <40>        도 5를 참조하면, 슬라이더(70)의 선단부에는 경사면(71)과 크로스 레일(72)이 형성되어 있고, 슬라이더(70)의 양측에는 각각 사이드 레일(73)이 형성되어 있다. 슬라이

더(70)의 후단부에는 헤드(78)를 지지하는 섬(island, 77)이 돌출 형성되어 있다. 슬라이더(70)의 중심부에는 크로스 레일(72)과 사이드 레일(73)에 의해 한정되는 부압 공동부(76)가 형성되어 있다. 그리고, 사이드 레일(73)의 전단부에는 사이드 레일(73)을 가로질러 부압 공동부(76)와 슬라이더(70)의 바깥을 연결하는 제1 그루브(74)가 형성되어 있다. 상기 제1 그루브(74)는 슬라이더(70)의 길이방향 축에 대해 경사져 있으며, 부압 공동부(76)와 같은 깊이를 가지고 있다. 상기 제1 그루브(74)는 두 개의 사이드 레일(73) 각각과 디스크 사이의 간격이 동일하도록 유지시키는 기능을 하게 된다. 또한, 사이드 레일(73)의 후단부에는 제2 그루브(75)가 형성되어 있다. 상기 제2 그루브(75)는 슬라이더(70)의 측면 엣지에서 열려 있으나 부압 공동부(76)와는 이격되어 있다. 상기 제2 그루브(75)는 부압 공동부(76)와 같은 깊이를 가지고 있으며, 부스러기(debris)가 머무는 것을 방지하기 위해 슬라이더(70)의 길이방향 축에 대해 경사져 있다. 상기 제2 그루브(75)는 사이드 레일(73)의 후단부에서 부압을 발생시켜 슬라이더(70)의 부상고가 낮아지도록 한다. 따라서, 도 5에 도시된 슬라이더(70)의 구조에 의하면, 보다 낮은 부상고를 얻을 수 있게 되어 헤드(78)의 성능이 향상될 수 있다.

<41> 그런데, 상기한 바와 같은 종래의 다양한 공기 베어링 슬라이더들은 일반적으로 고도가 높아짐에 따라 부상고가 낮아지는 문제점을 가지고 있다. 이하에서는, 이 문제점을 도 6a와 도 6b를 참조하며 상세하게 설명한다.

<42> 도 6a를 참조하면, 해발 고도가 0m인 곳에서 슬라이더(80)는 정격 rpm으로 회전하는 디스크(10) 상에서 소정의 부상고( $H_1$ ), 예컨대 10nm의 부상고를 유지한다. 이 때, 슬라이더(80)는 헤드(81)가 위치한 후단부보다 공기가 유입되는 선단부가 보다 높이 부상

하여 전체적으로 소정 각도 경사진 상태를 유지하게 되며, 상기 부상고( $H_1$ )는 헤드(81)가 위치한 슬라이더(80)의 후단부와 디스크(10) 사이의 간격을 말한다.

<43> 그런데, 해발 고도가 높아지게 되면 대기압이 낮아지게 되고, 이에 따라 종래의 공기 베어링 슬라이더(80)는 부양력의 저하로 인해 일반적으로 부상고가 낮아지게 된다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 해발 고도가 대략 3,000m인 곳에서의 슬라이더(80)의 부상고( $H_2$ )는 대략 7mm 정도로서, 해발 고도가 0m인 곳에서의 부상고( $H_1$ )에 비해 대략 30% 정도의 부상고 저하를 나타낸다. 이와 같이, 고도가 높아짐에 따라 슬라이더(80)의 부상고가 낮아지게 되면, 비교적 약한 충격이나 진동에 의해서도 디스크(10)에 헤드(81)가 접촉되기 쉽고, 이에 따라 헤드(81)가 손상되어 그 수명이 감소되며 디스크 드라이브의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 발생하게 된다. 특히, 최근에는 전술한 바와 같이 헤드의 성능 향상을 위해 보다 낮은 부상고가 요구되고 있으므로, 고도에 따른 슬라이더의 부상고 저하는 더욱 큰 문제점으로 대두되고 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<44> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 특히 고도에 따른 부상고의 저하를 최소화할 수 있는 구조를 가진 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더를 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<45> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위해 본 발명은,

<46> 디스크의 표면으로부터 부상하여 읽기/쓰기 헤드를 디스크 상의 원하는 위치로 이동시키는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더에 있어서,

- <47>       상기 디스크에 대향하는 디스크 대향면을 가진 슬라이더 몸체;
- <48>       상기 몸체의 디스크 대향면에 상기 몸체의 후단부를 향해 열려진 U 형상으로 돌출 형성된 제1 레일베이스;
- <49>       상기 제1 레일베이스 상에 돌출 형성되며, 상기 제1 레일베이스의 선단부로부터 이격되고 공기의 유입 방향과 직각을 이루는 제1 방향으로 길게 연장된 크로스 레일과 상기 크로스 레일의 양단으로부터 공기의 유입 방향과 평행한 제2 방향으로 길게 연장된 한 쌍의 사이드 레일을 포함하는 제1 양압 형성 레일부;
- <50>       상기 제1 레일베이스에 의해 한정되는 부압 공동부;
- <51>       상기 몸체의 후단부에 인접하여 상기 몸체의 디스크 대향면으로부터 돌출 형성된 제2 레일베이스;
- <52>       상기 제2 레일베이스 상에 돌출 형성된 제2 양압 형성 레일부; 및
- <53>       상기 한 쌍의 사이드 레일 각각에 형성되며, 상기 부압 공동부와는 이격되고 상기 사이드 레일의 바깥쪽으로 열려진 부압 형성 포켓;을 구비하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더를 제공한다.
- <54>       본 발명의 일 특징에 의하면, 상기 부압 형성 포켓은 상기 부압 공동부보다 얇게 형성된다.
- <55>       바람직하게는, 상기 부압 형성 포켓의 바닥면은 상기 제1 레일베이스의 상면과 같은 높이로 형성된다.
- <56>       그리고, 상기 부압 형성 포켓은 상기 사이드 레일의 길이방향으로 길게 형성되는 것이 바람직하다.

- <57> 또한, 상기 부압 형성 포켓은 개구부를 통해 상기 사이드 레일의 바깥쪽으로 열려져 있으며, 상기 개구부의 길이는 상기 부압 형성 포켓의 길이보다 짧은 것이 바람직하다.
- <58> 본 발명의 다른 특징에 의하면, 상기 부압 형성 포켓과 상기 부압 공동부 사이의 상기 사이드 레일에는 상기 부압 형성 포켓과 상기 부압 공동부를 연통시키는 홈이 형성된다.
- <59> 그리고, 상기 홈의 깊이는 상기 부압 형성 포켓의 깊이와 동일한 것이 바람직하며, 상기 홈의 길이는 상기 부압 형성 포켓의 길이보다 작은 것이 바람직하다.
- <60> 본 발명의 또 다른 특징에 의하면, 상기 한 쌍의 사이드 레일 각각의 후방에는 상기 제1 레일베이스 상에 돌출 형성된 제3 양압 형성 레일부가 마련되고, 상기 제3 양압 형성 레일부는 상기 사이드 레일과는 이격된다.
- <61> 그리고, 상기 제3 양압 형성 레일부는 상기 제1 레일베이스의 상면으로부터 상기 제1 양압 형성 레일부의 높이와 동일한 높이로 형성되는 것이 바람직하다.
- <62> 이와 같은 본 발명에 의하면, 고도가 높아지더라도 슬라이더의 부상고 저하가 방지 또는 최소화되어 헤드의 수명이 연장되고 디스크 드라이브의 신뢰성이 향상된다.
- <63> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 가리킨다.
- <64> 도 7a와 도 7b는 각각 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더를 보여주는 평면도와 사시도이다.

- <65> 도 7a와 도 7b를 함께 참조하면, 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더(100)는, 얇은 직육면체 형상의 슬라이더 몸체(110)를 구비하며, 상기 슬라이더 몸체(110)의 디스크 대향면(112)에는 제1 및 제2 레일베이스(120, 130)와 부압 공동부(negative pressure cavity, 140)가 배치된다.
- <66> 상기 제1 레일베이스(120)는 상기 몸체(110)의 디스크 대향면(112)으로부터 소정 높이, 예컨대 1 ~ 1.5 $\mu$ m 정도의 높이로 돌출되며, 상기 몸체(110)의 후단부를 향해 열린 U 형상으로 형성된다.
- <67> 상기 제1 레일베이스(120)의 상면에는 제1 양압 형성 레일부(150)가 마련된다. 상기 제1 양압 형성 레일부(150)는, 공기가 유입되는 제1 레일베이스(120)의 선단부로부터 소정 간격 떨어진 상태로 공기 유입 방향과 직각을 이루는 제1 방향, 즉 제1 레일베이스(120)의 폭방향으로 길게 연장된 크로스 레일(151)과, 상기 크로스 레일(151)의 양단으로부터 공기 유입 방향과 평행한 제2 방향, 즉 제1 레일베이스(120)의 길이방향으로 길게 연장된 한 쌍의 사이드 레일(152)로 구성된다. 따라서, 상기 제1 양압 형성 레일부(150)도 제1 레일베이스(120)와 같이 개략적으로 U 형상을 가지게 된다. 상기 제1 양압 형성 레일부(150)는 제1 레일베이스(120)의 상면으로부터 소정 높이, 예컨대 0.1 ~ 0.2  $\mu$ m 정도의 높이로 돌출 형성되며, 이에 따라 제1 양압 형성 레일부(150)의 상면과 제1 레일베이스(120)의 상면 사이에는 단차가 형성된다.
- <68> 상기 제2 레일베이스(130)는 상기 몸체(110)의 후단부에 인접한 위치에 형성되며, 상기 몸체(110)의 디스크 대향면(112)으로부터 소정 높이, 예컨대 1 ~ 1.5 $\mu$ m 정도의 높이로 돌출된다. 특히, 상기 제2 레일베이스(130)의 높이는 상기 제1 레일베이스(120)의 높이와 같은 높이로 형성되는 것이 바람직하다.



- <69>       상기 제2 레일베이스(130)의 상면에는 제2 양압 형성 레일부(160)가 마련된다. 상기 제2 양압 형성 레일부(160)는 제2 레일베이스(130)의 상면으로부터 소정 높이, 예컨대  $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$  정도의 높이로 돌출 형성되며, 이에 따라 제2 양압 형성 레일부(160)의 상면과 제2 레일베이스(130)의 상면 사이에도 단차가 형성된다. 상기 단차의 높이는 제1 레일베이스(120)와 제1 양압 형성 레일부(150) 사이의 단차의 높이와 동일한 것이 바람직하다. 그리고, 상기 제2 양압 형성 레일부(160)에 읽기/쓰기 헤드(170)가 탑재된다.
- <70>       상기 제1 및 제2 양압 형성 레일부(150, 160)의 상면은 각각 공기 베어링 면(ABS; air bearing surface)으로서 기능하며, 양압(positive pressure)을 형성하여 슬라이더(100)를 부상시키는 부양력을 발생시킨다. 특히, 상기 공기 베어링 면의 전방에는 각각 제1 및 제2 레일베이스(120, 130)의 상면이 존재하여 이들 사이에 단차를 제공한다. 이와 같은 단차에 의해 슬라이더(100)의 공기 베어링 면으로 유입되는 공기에는 썸기효과(wedge effect)가 작용하게 되고, 이에 따라 충분한 양압이 발생할 수 있게 된다.
- <71>       상기 부압 공동부(140)는 상기 제1 레일베이스(120)에 의해 한정되며, 슬라이더(100)를 디스크의 표면쪽으로 끌어당기는 주된 부압을 형성시키는 기능을 하게 된다.
- <72>       그리고, 상기 한 쌍의 사이드 레일(152) 각각에는 보조적인 부압을 형성시키기 위한 부압 형성 포켓(180)이 형성된다. 상기 부압 형성 포켓(180)은 부압 공동부(140)의 깊이에 비해 매우 얇은 깊이로 형성된다. 바람직하게는, 부압 형성 포켓(180)의 바닥면은 제1 레일베이스(120)의 상면과 같은 높이로 형성된다. 상기 부압 형성 포켓(180)은 부압 공동부(140)와는 이격되어 있으며, 상기 사이드 레일(152)의 바깥쪽으로 개구부(182)를 통해 열려져 있다. 그리고, 상기 부압 형성 포켓(180)은 상기 사이드 레일(152)의 형상에 따라 사이드 레일(152)의 길이방향으로 길게 형성되는 것이 바람직하며, 상기

개구부(182)의 길이는 부압 형성 포켓(180)의 길이보다 짧은 것이 바람직하다. 이와 같은 부압 형성 포켓(180)은 부압 공동부(140)에 의해 형성되는 주된 부압과는 별도의 보조적인 부압을 형성시키게 된다.

<73>       상기한 바와 같이 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더(100)는 몸체(110)의 디스크 대향면(112)의 중심부위에 주된 부압을 형성시키는 부압 공동부(140)와, 부압 공동부(140)의 양측에 보조적인 부압을 형성시키는 부압 형성 포켓(180)을 구비한다. 본 발명에 따른 슬라이더(100)에 있어서, 상기 부압 공동부(140)는 종래에 비해 감소된 면적을 가진다. 이와 같은 부압 공동부(140)의 면적 감소에 의한 주된 부압의 저하는 부압 형성 포켓(180)에 의해 형성되는 보조적인 부압에 의해 보상받을 수 있다. 즉, 본 발명에 의하면, 부압 공동부(140)의 면적이 감소되어도 공기 베어링 면에서 형성되는 양압에 균형을 이룰 수 있는 충분한 부압이 부압 공동부(140)와 부압 형성 포켓(180)에서 형성될 수 있다. 따라서, 디스크의 회전속도에 따른 슬라이더(100)의 부상고가 일정하게 유지될 수 있다.

<74>       특히, 본 발명에 따른 슬라이더(100)는 주된 부압을 형성시키는 부압 공동부(140) 외에도 보조적인 부압을 형성시키는 부압 형성 포켓(180)을 구비하며, 이러한 구조는 고도가 상승하여도 슬라이더(100)의 부상고 저하가 발생하지 않는 장점을 가진다.

<75>       상기한 본 발명의 장점은 두 가지 특성, 즉 고도의 상승에 따른 양압과 부압의 저하 정도의 차이와, 고도의 상승에 따른 양압 및 부압 각각의 합력이 작용하는 위치의 변화에 기인되는 것으로 설명될 수 있다. 상기한 특성에 대해서는 뒤에서 상세하게 설명하기로 한다.

- <76> 도 8과 도 9에는 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 제2 및 제3 실시예들이 도시되어 있다. 상기 제2 및 제3 실시예들은 전술한 제1 실시예와 유사한 구조를 가지므로, 이하에서는 차이점을 중심으로 간략하게 설명하기로 한다.
- <77> 먼저 도 8을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더(200)에는, 부압 형성 포켓(280)과 부압 공동부(140) 사이의 사이드 레일(152)에 부압 형성 포켓(280)과 부압 공동부(140)를 연통시키는 홈(284)이 형성된다. 상기 홈(284)의 깊이는 부압 형성 포켓(280)의 깊이와 동일한 것이 바람직하며, 상기 홈(284)의 길이는 부압 형성 포켓(280)의 길이보다 충분히 작은 것이 바람직하다.
- <78> 상기한 바와 같은 본 발명의 제2 실시예에 의하면, 상기 홈(284)에 의해 부압 공동부(140)에서 형성되는 주된 부압과 보압 형성 포켓(280)에서 형성되는 보조적인 부압의 상호 보완이 이루어질 수 있다. 그러나, 상기 홈(284)은 충분히 작게 형성되므로, 보조적인 부압이 주된 부압에 흡수되어 소멸되지는 않는다.
- <79> 다음으로 도 9를 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 공기 베어링 슬라이더(300)는 한 쌍의 사이드 레일(152) 각각의 후방에 제1 레일베이스(120) 상에 돌출 형성된 제3 양압 형성 레일부(390)를 구비한다. 상기 제3 양압 형성 레일부(390)는 상기 사이드 레일(152)과는 소정 간격 떨어져 형성된다. 그리고, 상기 제3 양압 형성 레일부(390)는 제1 레일베이스(120)의 상면으로부터 제1 양압 형성 레일부(150)의 높이와 동일한 높이로 형성되는 것이 바람직하다.
- <80> 본 발명의 제3 실시예에 의하면, 상기 슬라이더(300)의 후방에 양압을 형성시키는 제3 양압 형성 레일부(390)를 마련함으로써, 헤드(170)가 위치한 슬라이더(300) 후단부

의 양압이 높아지게 되어 고도가 높은 곳에서 슬라이더(300) 후단부의 부상고가 낮아지는 것을 효과적으로 억제할 수 있다.

<81> 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하며 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 특유한 효과와 그 원리를 설명하기로 한다.

<82> 도 10a 와 도 10b는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 양압의 변화와 부압의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

<83> 일반적으로 고도가 높아지면 양압과 부압이 동시에 감소하는 경향이 있다. 따라서, 양압과 부압의 감소비율을 적정하게 조절하면, 즉 고도의 상승에 따른 양압의 감소비율은 적게 하고 부압의 감소비율은 크게 할 경우에는 고도의 상승에 따른 슬라이더의 부상고 저하를 줄일 수 있게 된다.

<84> 종래의 슬라이더에 있어서는, 부압 공동부가 넓게 형성되어 있으므로 도 10b에 도시된 바와 같이 고도가 높아질 경우에도 상당한 부압이 형성되어 부압의 감소비율은 적은 반면에, 도 10a에 도시된 바와 같이 고도의 상승에 따른 양압의 감소비율은 크게 발생한다. 이와 같은 이유로 종래 기술의 슬라이더에 있어서는, 고도의 상승에 따른 슬라이더의 부상고 저하가 크게 발생하게 된다.

<85> 그러나, 본 발명에 따른 슬라이더에 있어서는, 전술한 바와 같이 종래 기술에 비해 좁은 부압 공동부와 보조적인 부압을 형성시키는 부압 형성 포켓을 구비함으로써, 낮은 고도에서는 충분한 부압을 형성시킬 수 있다. 또한, 고도가 높아질 경우에는 슬라이더와 디스크 사이로 유입되는 공기의 양이 감소되어 부압 공동부에 비해 매우 얇은 부압 형성 포켓에서는 부압이 거의 형성되지 않게 되므로, 도 10b에 도시된 바와 같이 고도의 상승

에 따른 전체적인 부압의 감소비율이 종래 기술에 비해 크게 나타나게 된다. 반면에, 슬라이더 몸체의 길이방향으로 길게 형성된 사이드 레일의 후단부에서 충분한 양압이 형성되므로, 도 10a에 도시된 바와 같이 고도의 상승에 따른 양압의 감소비율은 종래 기술에 비해 적게 나타난다.

<86>       상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 슬라이더에 있어서는 고도의 상승에 따라 양압은 적게 감소하는 반면에 부압은 크게 감소하게 되므로, 고도가 상승하더라도 슬라이더의 부상고 저하가 거의 없거나 최소화될 수 있다.

<87>       도 11a와 도 11b는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 양압의 합력이 작용하는 위치의 변화와 부압의 합력이 작용하는 위치의 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다.

<88>       종래의 슬라이더에 있어서는, 도 11a에 도시된 바와 같이 고도가 높아질수록 양압의 합력이 작용하는 위치는 슬라이더의 선단부로 이동하게 되고, 도 11b에 도시된 바와 같이 부압의 합력이 작용하는 위치는 슬라이더의 후단부로 이동하게 된다. 따라서, 고도가 높은 경우에는 양압의 합력은 슬라이더의 선단부에 작용하게 되고 부압의 합력은 슬라이더의 후단부에 작용하게 되므로, 헤드가 위치하는 슬라이더의 후단부의 부상고가 상대적으로 많이 낮아지게 된다.

<89>       그러나, 본 발명에 따른 슬라이더에 있어서는, 도 11a에 도시된 바와 같이 고도가 높아질수록 양압의 합력이 작용하는 위치는 슬라이더의 후단부로 이동하게 되고, 도 11b에 도시된 바와 같이 부압의 합력이 작용하는 위치는 거의 이동하지 않는 특성을 보이고 있다. 이와 같은 특성이 나타나는 이유는, 종래보다 적은 면적을 가진 부압 공동부에 의

해 주된 부압이 종래보다 낮게 형성되며, 보조적인 부압은 부압 형성 포켓을 벗어나 이동하기 힘들기 때문이다.

<90> 따라서, 고도가 높은 경우에 양압의 합력은 슬라이더의 후단부에 작용하게 되고 부압의 합력은 원 위치에 작용하게 되므로, 고도가 높아져 양압이 감소하게 되더라도 슬라이더의 후단부의 부상고 저하는 최소화될 수 있다.

<91> 상술한 바와 같은 두 가지 특성, 즉 고도의 상승에 따라 양압에 비해 부압의 감소 비율이 크게 나타나는 특성과, 고도의 상승에 따라 양압의 합력이 작용하는 위치가 슬라이더의 후단부로 이동하는 특성에 의해, 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더에 있어서는 고도의 상승에 따른 슬라이더의 부상고 저하가 최소화되거나 전혀 발생하지 않게 된다.

<92> 도 12는 본 발명의 슬라이더와 종래 기술의 슬라이더에 있어서, 고도에 따른 슬라이더의 부상고 변화를 비교하여 보여주는 그래프이다. 이 그래프에는 세 가지 슬라이더, 즉 도 7a에 도시된 본 발명의 제1 실시예에 따른 슬라이더, 도 5에 도시된 종래의 슬라이더 및 도 5에 도시된 구조에서 제1 그루브를 제거한 변형된 슬라이더 각각에 대한 고도 상승에 따른 부상고의 변화가 도시되어 있다. 그리고, 세 가지 슬라이더 모두 고도 0m에서의 부상고는 10nm로 설정되어 있다.

<93> 도 12의 그래프를 보면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 슬라이더는 고도가 높아지더라도 그 부상고의 저하가 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있다. 그러나, 도 5에 도시된 구조를 가진 종래의 슬라이더는 고도가 높아짐에 따라 그 부상고가 급격히 낮아져서 고도가 대략 3,000m인 곳에서는 대략 50% 정도의 부상고 저하를 보이고 있다. 그리고, 변형된 슬라이더도 고도가 높아짐에 따라 그 부상고가 낮아져서 고도가 대략 3,000m인 곳

에서는 대략 30% 정도의 부상고 저하를 보이고 있다. 이와 같이, 도 5에 도시된 구조를 가진 종래의 슬라이더에서 부압 공동부와 슬라이더의 바깥을 연결하는 제1 그루브는 고도 상승에 따른 부상고의 저하를 심화시키는 요소가 됨을 알 수 있다.

<94> 도 13a 및 도 13b는 해발 고도가 0m인 곳에서의 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 2차원 및 3차원 압력 분포를 각각 보여주는 도면이고, 도 14a 및 도 14b는 해발 고도가 대략 3,000m인 곳에서의 본 발명에 따른 공기 베어링 슬라이더의 2차원 및 3차원 압력 분포를 각각 보여주는 도면이다.

<95> 도면들을 보면, 공기 압력은 슬라이더 몸체의 선단부에서 몸체의 길이방향으로 서서히 증가하다가, 크로스 레일의 상면에서 일차적으로 높은 양압을 형성하게 된다. 이어서, 부압 공동부에서 압력이 급격히 감소하여 주된 부압이 형성되고, 부압 형성 포켓에서 보조적인 부압이 형성된다. 그리고, 사이드 레일의 후단부에서 압력이 급격히 증가하여 매우 높은 양압이 형성된다. 또한, 제2 양압 형성 레일부에서도 높은 양압이 형성된다.

<96> 그리고, 고도가 0m인 곳에서의 부압의 형성 위치와 고도가 3,000m인 곳에서의 부압의 형성 위치는 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 반면에, 고도가 높아짐에 따라 사이드 레일과 제2 양압 형성 레일부에 의해 슬라이더의 후단부에 형성되는 양압은 다른 부위에 비해 상대적으로 약간 높아진 것을 알 수 있다.

<97> 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 슬라이더에 있어서는 고도가 높은 경우에 양압의 합력이 작용하는 위치가 슬라이더의 후단부로 이동하게 되고 부압의 합력이 작용하는 위치는 변함이 없으므로, 고도가 높아져 양압이 감소하게 되더라도 슬라이더 후단부의 부상고 저하는 최소화될 수 있다.

<98> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

**【발명의 효과】**

<99> 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더에 의하면, 고도가 높아지더라도 슬라이더의 부상고 저하가 최소화되거나 거의 없게 된다. 따라서, 고도가 높은 곳에서도 충분한 슬라이더의 부상고를 확보할 수 있어서, 디스크 드라이브의 작동에 대한 신뢰성이 향상되며, 슬라이더의 부상고 저하로 인한 헤드와 디스크의 접촉에 의해 헤드의 수명이 감소되는 종래의 문제점이 해소될 수 있다.



## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

디스크의 표면으로부터 부상하여 읽기/쓰기 헤드를 디스크 상의 원하는 위치로 이동시키는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더에 있어서,

상기 디스크에 대향하는 디스크 대향면을 가진 슬라이더 몸체;

상기 몸체의 디스크 대향면에 상기 몸체의 후단부를 향해 열린 U 형상으로 돌출 형성된 제1 레일베이스;

상기 제1 레일베이스 상에 돌출 형성되며, 상기 제1 레일베이스의 선단부로부터 이격되고 공기의 유입 방향과 직각을 이루는 제1 방향으로 길게 연장된 크로스 레일과 상기 크로스 레일의 양단으로부터 공기의 유입 방향과 평행한 제2 방향으로 길게 연장된 한 쌍의 사이드 레일을 포함하는 제1 양압 형성 레일부;

상기 제1 레일베이스에 의해 한정되는 부압 공동부;

상기 몸체의 후단부에 인접하여 상기 몸체의 디스크 대향면으로부터 돌출 형성된 제2 레일베이스;

상기 제2 레일베이스 상에 돌출 형성된 제2 양압 형성 레일부; 및

상기 한 쌍의 사이드 레일 각각에 형성되며, 상기 부압 공동부와는 이격되고 상기 사이드 레일의 바깥쪽으로 열린 부압 형성 포켓;을 구비하는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

## 【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 부압 형성 포켓은 상기 부압 공동부보다 얇게 형성되는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 3】**

제 2항에 있어서,

상기 부압 형성 포켓의 바닥면은 상기 제1 레일베이스의 상면과 같은 높이로 형성되는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 4】**

제 1항에 있어서,

상기 부압 형성 포켓은 상기 사이드 레일의 길이방향으로 길게 형성되는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 5】**

제 1항에 있어서,

상기 부압 형성 포켓은 개구부를 통해 상기 사이드 레일의 바깥쪽으로 열려져 있으며, 상기 개구부의 길이는 상기 부압 형성 포켓의 길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 6】**

제 1항에 있어서,

상기 제1 레일베이스와 상기 제2 레일 베이스는 동일한 높이로 형성되는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 7】**

제 6항에 있어서,

상기 제1 레일베이스와 상기 제1 양압 형성 레일부 사이의 단차와 상기 제2 레일베이스와 상기 제2 양압 형성 레일부 사이의 단차는 동일한 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 8】**

제 1항에 있어서,

상기 부압 형성 포켓과 상기 부압 공동부 사이의 상기 사이드 레일에는 상기 부압 형성 포켓과 상기 부압 공동부를 연통시키는 홈이 형성된 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 9】**

제 8항에 있어서,

상기 홈의 깊이는 상기 부압 형성 포켓의 깊이와 동일한 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 10】**

제 8항에 있어서,

상기 홈의 길이는 상기 부압 형성 포켓의 길이보다 작은 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

**【청구항 11】**

제 1항에 있어서,

상기 한 쌍의 사이드 레일 각각의 후방에는 상기 제1 레일베이스 상에 돌출 형성된 제3 양압 형성 레일부가 마련되고, 상기 제3 양압 형성 레일부는 상기 사이드 레일과는 이격된 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

【청구항 12】

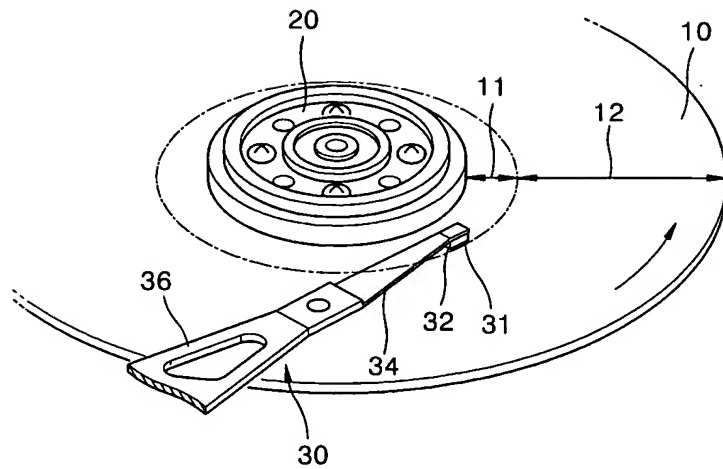
제 11항에 있어서,

상기 제3 양압 형성 레일부는 상기 제1 레일베이스의 상면으로부터 상기 제1 양압 형성 레일부의 높이와 동일한 높이로 형성되는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 공기 베어링 슬라이더.

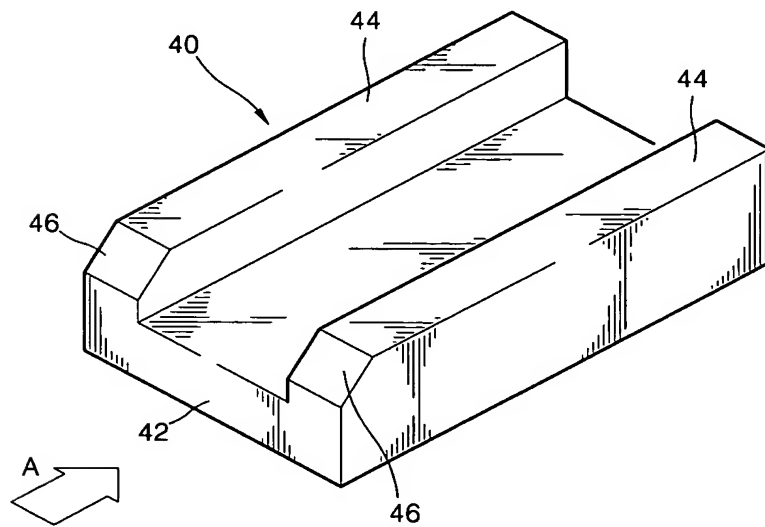


【도면】

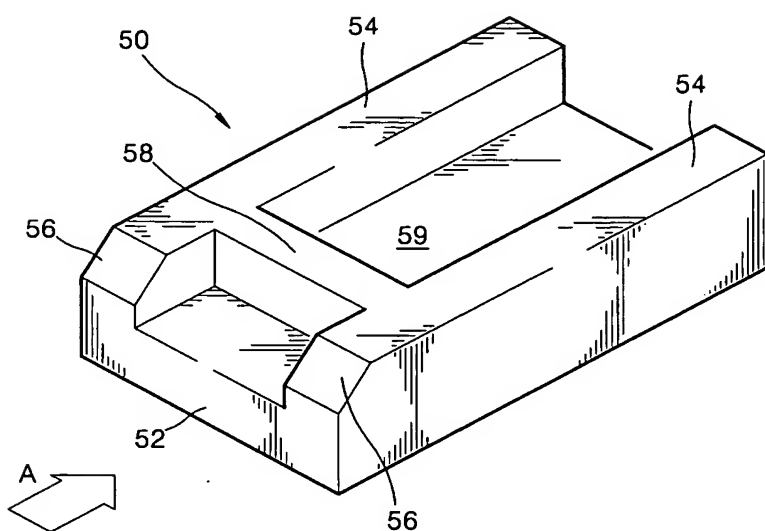
【도 1】



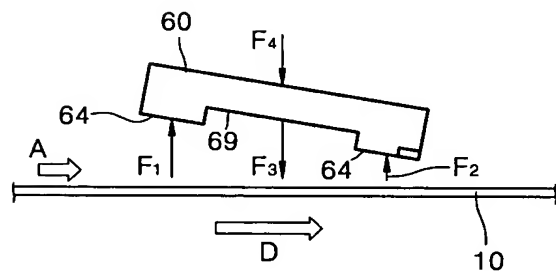
【도 2】



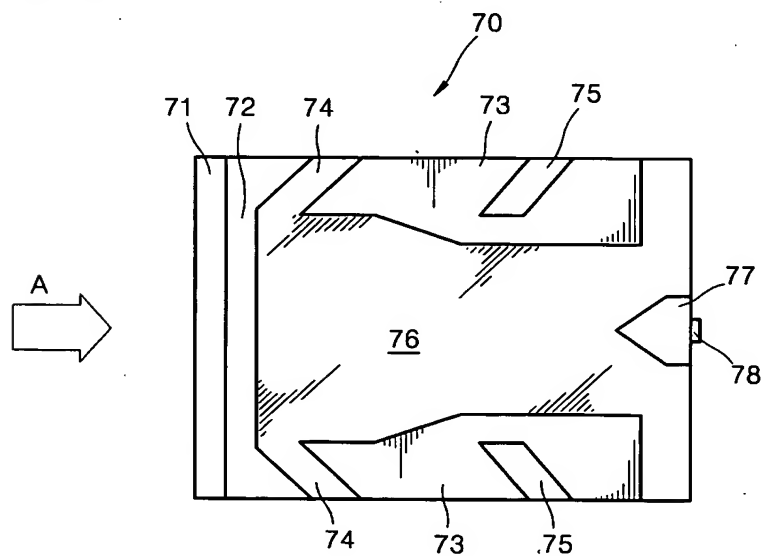
【도 3】



【도 4】

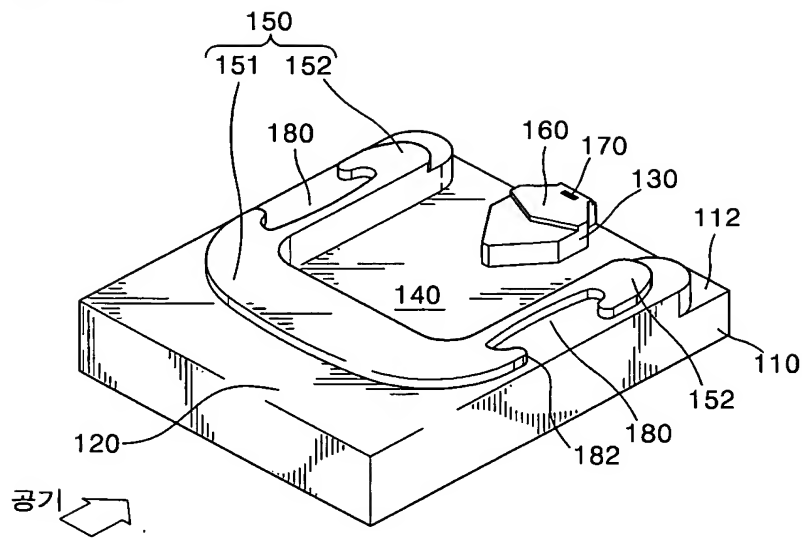


【도 5】

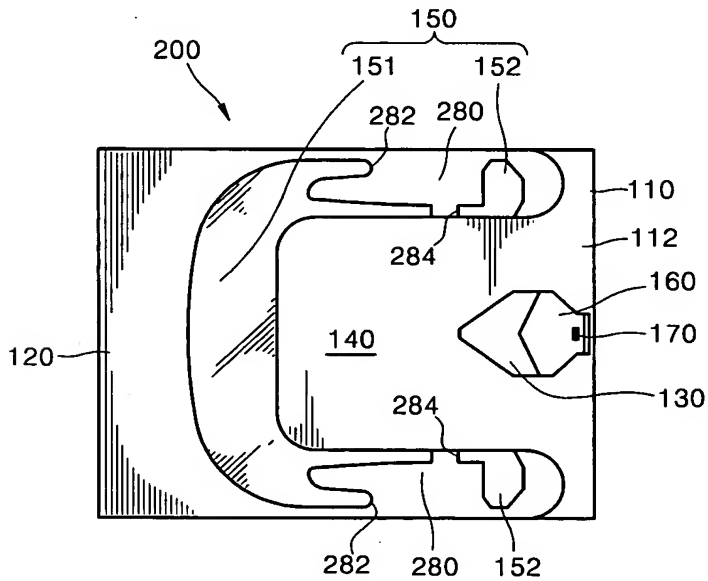




【도 7b】

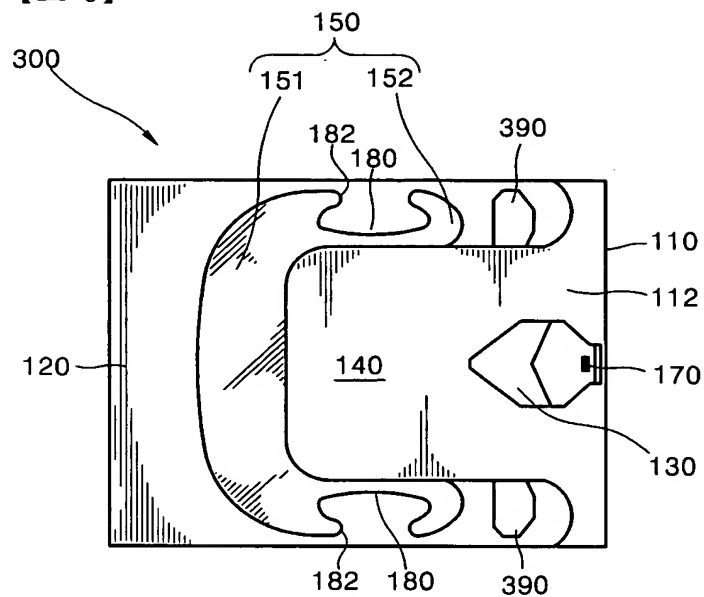


【도 8】

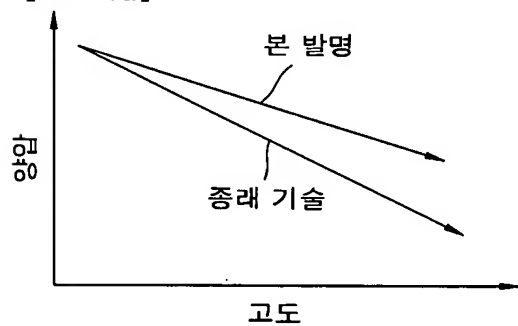




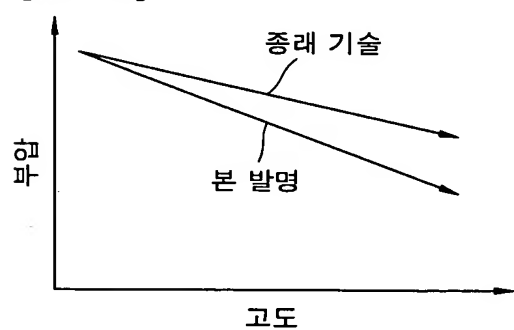
【도 9】



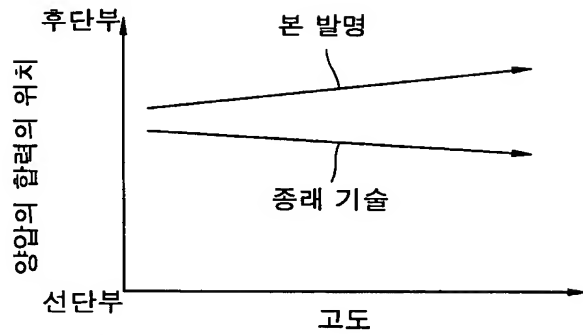
【도 10a】



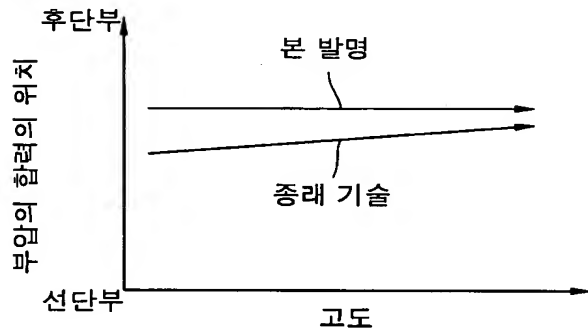
【도 10b】



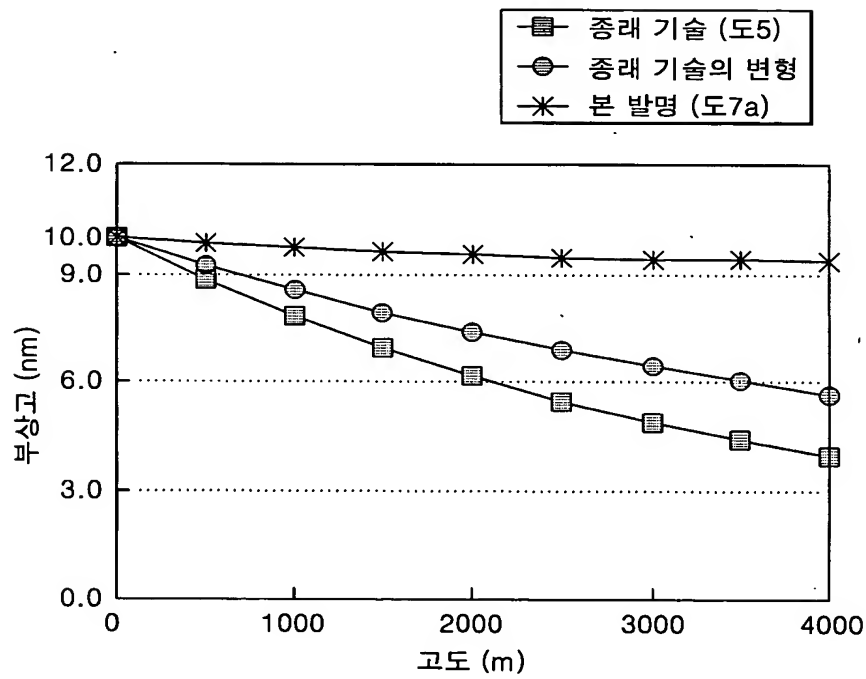
【도 11a】



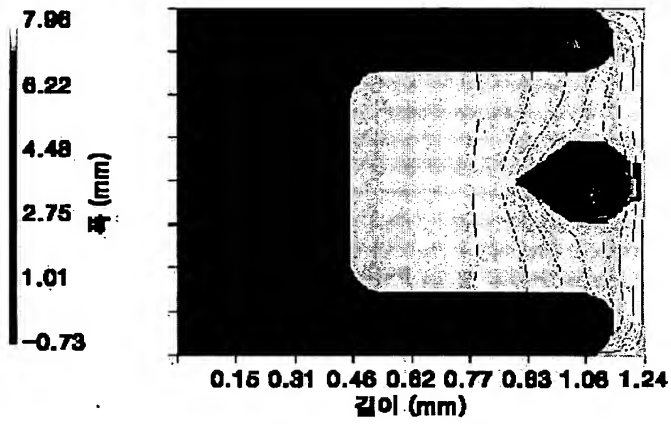
【도 11b】



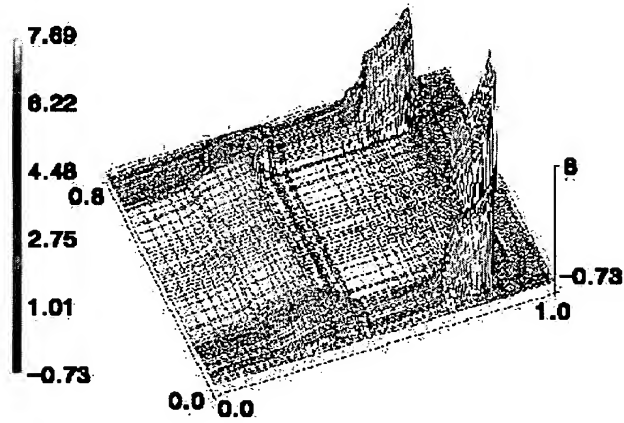
【도 12】



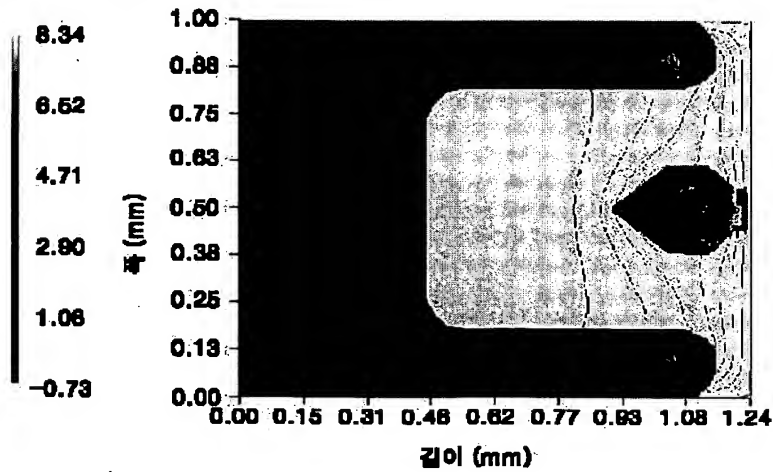
【도 13a】



【도 13b】



【도 14a】



BEST AVAILABLE COPY

【도 14b】

